

Опыты проводили в лабораторных условиях по специально разработанной методике [1]. Результаты измерений ТКЛР исследованных сплавов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерений ТКЛР

Номер плавки	Средний ТКЛР ($10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$) в интервалах температур, °С						
	после литья (20–100)	после термообработки					
		20–100	20–200	20–250	20–300	20–350	20–400
48	6,44	4,02	3,36	3,25	3,36	3,86	5,00
49	7,74	3,76	3,26	3,23	3,44	4,01	5,07
50	5,19	3,60	3,21	3,27	3,61	4,33	5,46
51	7,31	3,79	3,09	3,04	3,23	3,98	5,27

Полученные значения ТКЛР плавок 48 и 49 близки к результатам, полученным С. Эномото [2]. Исследования в целом подтвердили ожидаемую эффективность фактора термообработки и дали материал для дальнейшего улучшения ТКЛР в изучаемых сплавах.

Библиографический список

1. Разработка углеродсодержащих инварных сплавов с заданным тепловым расширением при повышенных температурах / В. И. Черменский, Е. В. Максимова, Т. В. Дмитриева, М. Н. Вершинин // Прогрессивные технологические процессы и подготовка кадров для литейного производства: Материалы регион. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 25 апр. 2002 г. Екатеринбург, 2003. С. 44–46.

2. Эномото С. Железо-никелевые сплавы // J. Jap. Soc. Precis. Eng. 1985. Vol. 51, № 5. P. 942–947.

3. Эномото С. Чугун с низким коэффициентом линейного расширения «нобинайт» // Сокэйдзай. 1988. Т. 29, № 9. С. 16–22.

**В. С. Радя, К. Р. Горбунов, Д. Г. Рябов,
В. А. Воронцова, И. А. Усольцев**

ОПЫТ ЛИТЬЯ ТРУБОПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ ТПХН-60 В НЕСПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ ЛИТЕЙНОМ ЦЕХЕ

Остро стоит проблема снижения производственных затрат в связи с постоянным ростом цен на продукцию Кушвинского завода прокатных валков единственного в России их специализированного производителя.

Объект исследования – валки калибровочного стана (рис. 1). В процессе работы валки перестачиваются с ручья диаметром 73 мм до ручья диаметром 159 мм. Таким образом, на гладкой заготовке после механической обработки глубина отбела должна составлять не менее 80 мм. Поскольку на однослойной заготовке получение такого отбеленного слоя проблематично, было принято решение отливать заготовки с литыми ручьями диаметром 70 мм. В этом случае глубина отбеленного слоя должна составлять 45 мм, что вполне выполнимо.

В связи с опасностью образования поперечных трещин на валковой заготовке было принято решение отливать ее из расчета получения одного валка (рис. 2). Для обеспечения раскручивания металла при его тангенциальном подводе в нижней части заготовки выполнена шейка 2. В верхней части над валком 3 устанавливается прибыль 4. Для контроля микроструктуры и твердости чугуна валков предусмотрена вырезка темплета 1.

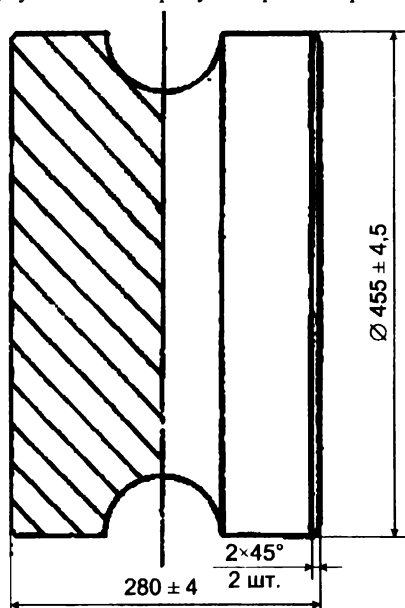


Рис. 1. Эскиз валка калибровочного стана ТПЦ 2

Литье валковых заготовок осуществляли в разрывных кокилях, что позволило избежать механической обработки плоскостей разъема и изготовления дополнительной оснастки для их точного соединения.

Исходя из возможности плавки чугуна в дуговой печи, было принято решение заливать 4 валковые заготовки на одном поддоне через центро-

вую (рис. 3). Отличительными особенностями данной технологии по сравнению с традиционной являются следующие:

- заливка чугуна осуществляется через центровую по аналогии с разливкой стали;
- питатели формируются сифонной проводкой в чугунном поддоне;
- для предупреждения привара чугуна нижнюю металлическую часть формы шейки, отливаемой в поддоне, окрашивают специальной высокоогнеупорной краской, приготовленной на основе золя кремнезема с наполнителем оксидом алюминия.

Химический состав чугуна валков согласно ТУ 14–120 93 составляет, %: 2,7–3,8 С; 0,4–0,8 Si; 0,3–0,8 Mn; до 0,5 Р; до 0,16 S; 0,5–1,2 Cr; 1,2–2,2 Ni. При литье валков с литыми ручьями содержание никеля, по данным валцедельных заводов, снижается до 0,7–1,2%.

Приемка валков согласно ТУ осуществляется по твердости на расстоянии 15 мм от обработанной поверхности. Она должна быть не менее HS60, что соответствует твердости 407 НВ.

Всего было отлито 48 валковых заготовок (таблица). Как видно, в ряде плавов имеет место значительное превышение содержания кремния против верхнего предела (до 0,8%). Кроме того, на плавке № 470 было допущено значительное превышение содержания хрома, что привело к браку из-за образования трещин на валках. В остальных случаях химический состав чугуна валков практически соответствует требованиям ТУ.

Химический состав чугуна и глубина чистого отбела на валковой пробе

Номер плавки	Глубина чистого отбела, мм	Содержание элементов, %						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
102	45	3,04	1,17	0,39	0,09	0,020	0,65	1,29
227	40	3,61	1,12	0,60	0,08	0,014	0,72	0,79
280	50	3,54	1,19	0,60	0,09	0,020	0,66	1,10
349	58	3,42	0,62	0,58	0,06	0,025	0,28	0,62
438	50	3,54	0,80	0,64	0,08	0,030	0,45	0,60
470	120	3,20	1,7	0,74	0,07	0,030	1,76	1,50
853	47	3,60	0,51	0,50	0,08	0,029	0,40	0,75
65	50	3,29	0,53	0,55	0,09	0,038	0,23	0,68
836	40	3,72	0,54	0,57	0,07	0,033	0,72	0,78
141	58	3,46	0,40	0,54	0,09	0,037	0,40	0,95
201	50	3,60	0,65	0,50	0,08	0,035	0,40	0,40
274	58	3,40	0,45	0,55	0,09	0,036	0,45	0,90

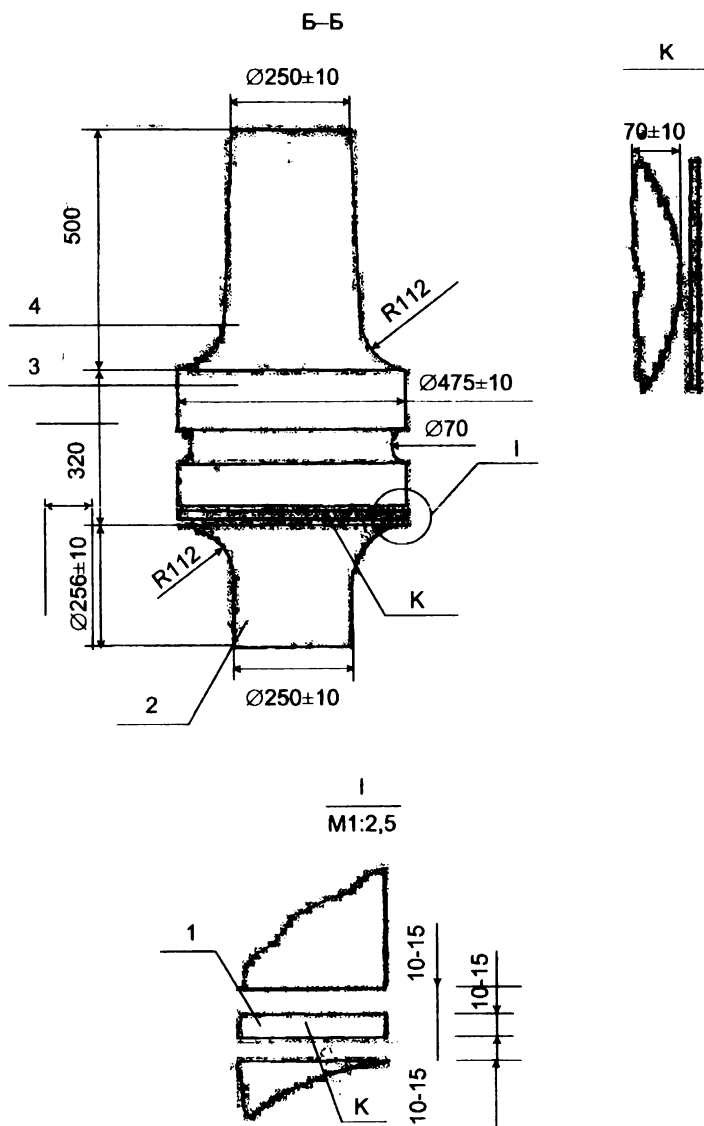


Рис. 2. Валковая заготовка с литым ручьем

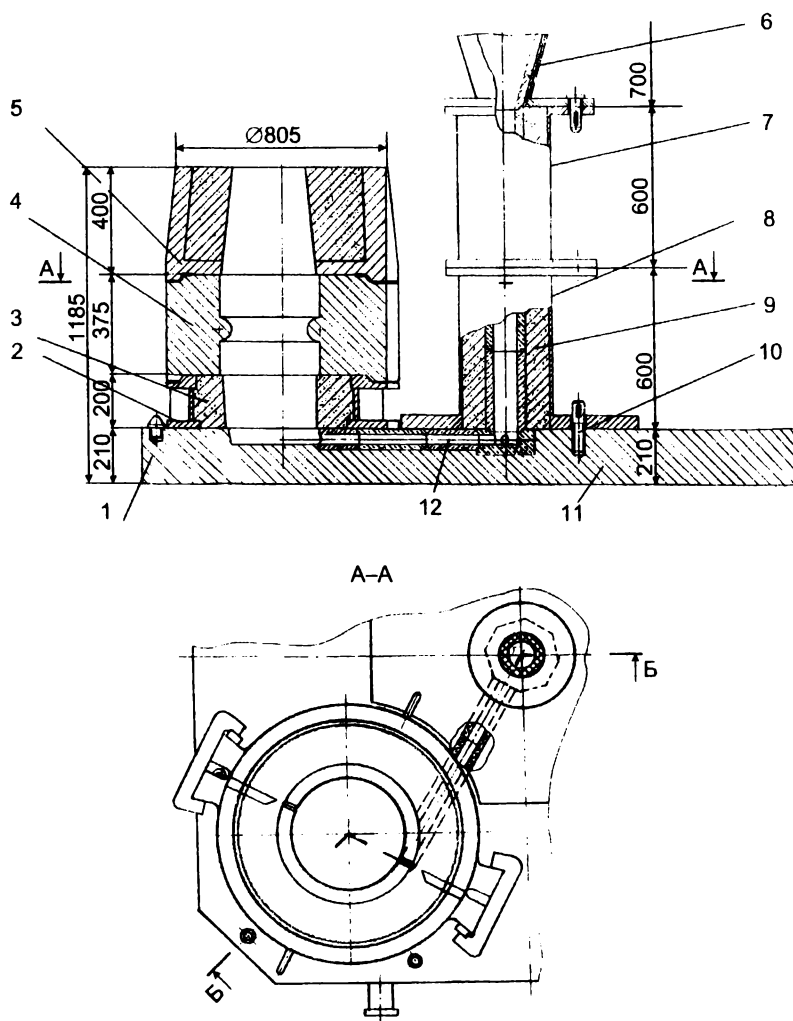


Рис. 3. Собранный форма для литья валков:

1 - поддон; 2 - фиксатор; 3 - форма нижней шейки; 4 - кокиль; 5 - прибыльная надставка; 6 - литниковая воронка; 7 - верхняя часть центровой; 8 - нижняя часть центровой; 9 - керамическая трубка; 10 - штырь; 11 - звездочка; 12 - сифонная проводка

Согласно технологической инструкции из валков в процессе механической обработки были отобраны темплеты / (см. рис. 2) от семи плавков для изучения твердости чугуна по сечению валка. Валки остальных плавков обрабатывали на другом предприятии и темплеты не вырезали.

Таким образом, для достижения необходимой твердости по сечению валка глубина чистого отбела на валковой пробе должна быть 50–58 мм при содержании кремния 0,5–0,6% и углерода 3,3–3,4%. При этом содержание хрома может быть ниже нижнего предела по ТУ (0,5%).

Всего в эксплуатации находилось 64 валка. Было установлено, что при исходной твердости на поверхности валка выше 415НВ их стойкость находилась на уровне валков, поставляемых другими предприятиями. С понижением твердости стойкость валков снижалась. Валки перетачивали на больший размер трубы, не ожидая износа действующего ручья, из-за малых объемов заказов. Поэтому преимущества литого ручья не были использованы. А в связи с более высокой трудоемкостью механической обработки валков с литыми ручьями было решено прекратить их производство и перейти на литье гладкой валковой заготовки, аналогичной поставляемой со стороны.

С учетом емкости электродуговой печи было принято решение о литье двух валковых заготовок с одной плавки (рис. 4, 5). При этом приемка заготовок производилась по измеряемой в литейном цехе твердости на литой поверхности, которая находилась в пределах 387–495 НВ. Соответственно глубина отбела на валковой пробе составляла 50–65 мм.

Заданный химический состав чугуна аналогичен составу валков с литыми ручьями, только содержание никеля повышается до 1,2–2,2%. Фактический химический состав находился в пределах, %: 1,44–3,72 С; 0,41–0,79 Si; 0,31–0,64 Mn; 0,036–0,081 P; 0,016–0,040 S; 0,37–1,03 Cr; 0,91–1,37 Ni.

Все валки прошли полный цикл эксплуатации – переточки с диаметра 73 до диаметра 159 мм. По заключению трубопрокатного цеха валки собственного производства удовлетворяют требованиям технологии изготовления труб. Их литье производится в фасонно-литейном цехе ОАО «Челябинский трубопрокатный завод» до настоящего времени. Себестоимость собственной валковой заготовки ниже, чем цена поставляемой со стороны.

Б-Б

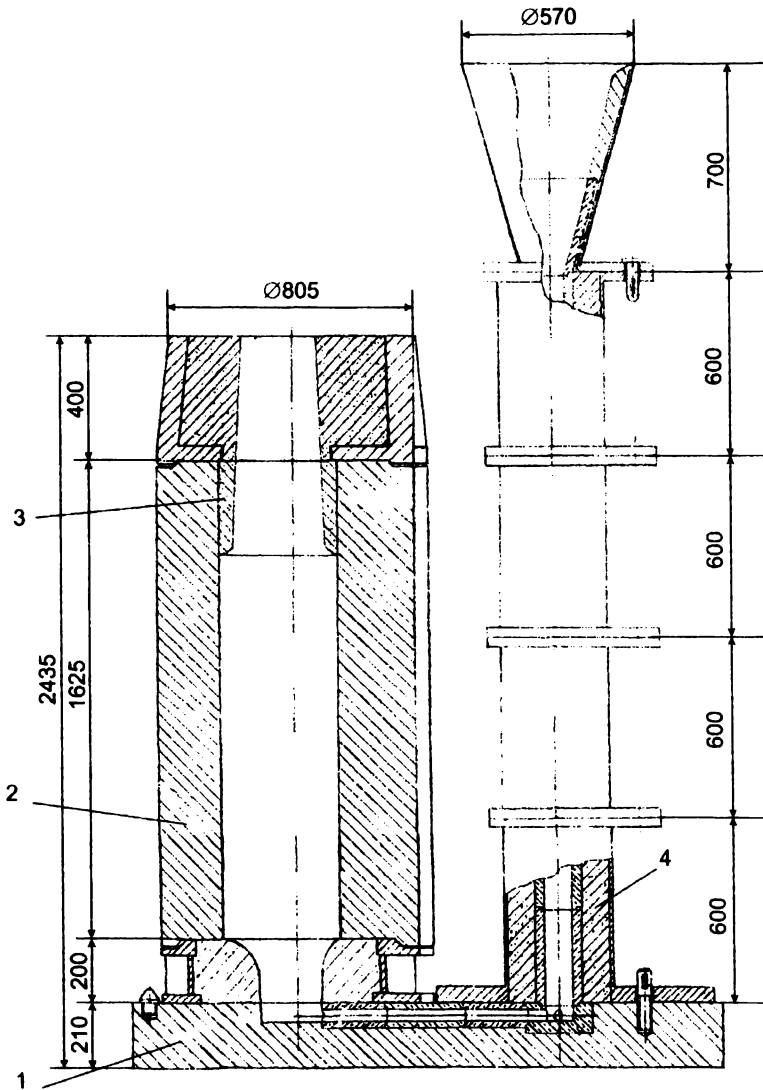


Рис. 4. Форма в сборе для литья гладкой заготовки (вид сбоку):
1 – поддон; 2 – кокиль; 3 – заделка; 4 – нижняя опока стояка

